

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-180781

(43)Date of publication of application : 23.07.1993

(51)Int.Cl.

G01N 21/88

G01B 11/30

G01N 21/89

G06F 15/62

G06F 15/62

G06F 15/68

(21)Application number : 03-359050

(71)Applicant : KAWASAKI STEEL CORP

(22)Date of filing : 27.12.1991

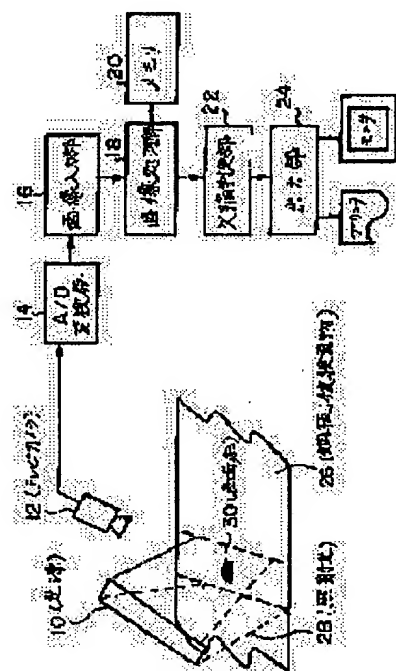
(72)Inventor : NAKAMURA TSUTOMU
YOKOO MASAKAZU
MORIYA SUSUMU

(54) METHOD AND APPARATUS FOR SURFACE DEFECT INSPECTION

(57)Abstract:

PURPOSE: To achieve highly accurate detection of the defects even when there is a trend in the intensity of an image signal about any of an unevenly colored defect, a defect due to a fine change in the surface roughness and a dot-like or linear fine defect.

CONSTITUTION: Light irradiates the surface of a steel plate 26 from a light source 10 and the surface of the steel plate 26 is photographed with a TV camera 12 to transmit an image signal. The image signal is converted into digital with an A/D converter and the image signal converted is stored in a memory 20 while undergoing a specified image processing with an image processing section 18. The processing section 18 smoothes the image signal and an offset value is added evenly to the smoothed image signal to determine a threshold. A difference is determined between the original image signal and the threshold and a positive value of the difference is binary coded. The presence of a surface defect is judged from an area factor α ; of a dark part 32A of the binary coded signal. The results of the judgment are printed out from an outputting section 24 or shown on a monitor.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-180781

(43)公開日 平成5年(1993)7月23日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 N 21/88	J	8304-2 J		
G 0 1 B 11/30	G	9108-2 F		
G 0 1 N 21/89	B	8304-2 J		
G 0 6 F 15/62	4 0 0	9287-5 L		
	4 0 5 A	9287-5 L		

審査請求 未請求 請求項の数 4(全 9 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平3-359050

(22)出願日 平成3年(1991)12月27日

(71)出願人 000001258

川崎製鉄株式会社

兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号

(72)発明者 中村 力

東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 川崎製鉄株式会社東京本社内

(72)発明者 横尾 雅一

千葉県千葉市川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内

(72)発明者 守屋 進

千葉県千葉市川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内

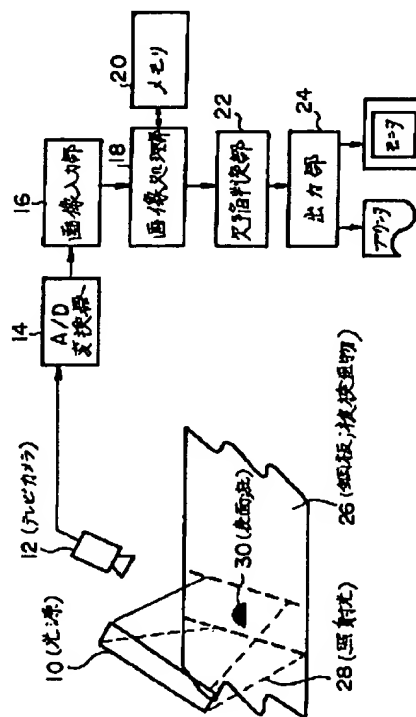
(74)代理人 弁理士 高矢 諭 (外2名)

(54)【発明の名称】 表面欠陥検査方法及び装置

(57)【要約】

【目的】 色むら状の欠陥、表面粗度の微小な変化による欠陥、点状あるいは線状の微細な欠陥のいずれについても、精度良く欠陥を検出すること、及び、画像信号強度に傾きが生じた場合に正確に欠陥を検出することが可能になる。

【構成】 光源10から鋼板26表面に光を照射し、テレビカメラ12により当該鋼板26表面を撮像して画像信号を伝送する。当該画像信号をA/D変換器14でデジタル変換し、デジタル変換された画像信号をメモリ20に記憶すると共に、画像処理部18で所定の画像処理を行う。当該処理部18では、画像信号を平滑化し、平滑化画像信号に一律にオフセット値を加えて閾値を求める。元画像信号と前記閾値との差を求めて、当該差の正の値を2値化する。2値化信号の暗部32Aの面積率 α から表面欠陥の有無を判定する。判定結果は出力部24からプリントアウトしたり、モニタ上に表示したりする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】被検査物の表面を撮像して得られた画像信号から被検査物の表面欠陥を検出する表面欠陥検査方法において、

画像信号を平滑化し、

平滑化画像信号に一樣にオフセット値を加えて閾値を求め、

求められた閾値により、元の画像信号を2値化し、

2値化画像信号から前記表面欠陥を検出することを特徴とする表面欠陥検査方法。

【請求項2】被検査物の表面欠陥を検出するための表面欠陥検査装置において、

被検査物に光を照射するための光源と、

前記被検査物表面を撮像して画像信号を送送するための撮像手段と、

伝送画像信号をアナログ／デジタル変換するためのアナログ／デジタル変換器と、

アナログ／デジタル変換画像信号を保存するための画像メモリと、

画像信号を平滑化するための手段と、

平滑化された画像信号に一樣にオフセット値を加えて閾値を求めるための手段と、

元の画像信号と前記閾値との差を求めて、当該差の正の値を2値化するための手段と、

2値化信号の面積から表面欠陥の有無を判定するための表面欠陥判定手段と、

判定結果を、プリントアウト、又は、画像表示により出力するための出力手段と、

を備えたことを特徴とする表面欠陥検査装置。

【請求項3】請求項2において、

光源が、棒状であり、且つ、連続光を照射するものであることを特徴とする表面欠陥検査装置。

【請求項4】請求項2において、

光源が、棒状であり、且つ、高速に繰り返して光を照射するものであることを特徴とする表面欠陥検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、表面欠陥検査方法及び装置に係り、特に、例えば冷間圧延鋼板の表面欠陥の検査に用いるのに好適な、被検査物の表面を撮像して得られた画像信号から、被検査物の表面欠陥を検出する表面欠陥検査方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、冷間圧延鋼板の表面欠陥の検査においては、例えば特開昭62-75234に示されるように、スポット状のレーザ光を冷間圧延鋼板の表面に照射し、当該表面の凹凸によって生じるレーザ光の散乱や回折現象を利用したレーザ散乱法やレーザ回折法による検査が行われている。

【0003】又、前記鋼板表面をテレビカメラで撮像し

て、それにより得られた画像信号から当該表面の欠陥を検査することが行われている。このような表面欠陥検査では、例えば、特開昭56-77704に示されるように、一般に閾値による2値化法が用いれており、2値化により得られた画像信号が設定値以上の、あるいは、設定値以下の輝度の場合、表面欠陥が存在すると判定している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記レーザ回折法あるいはレーザ散乱法による検査では、被検査物（例えば冷間圧延鋼板）表面に存在する色むら状の欠陥については検出が不可能であり、又、表面粗度の微小な変化による欠陥については検出が困難である。

【0005】又、従来、前記のテレビカメラにより鋼板表面を撮像して画像信号を2値化する検査技術においては、当該鋼板表面の表面粗度による回折光や散乱光が画像信号中にランダムな信号を発生させるため、表面粗度の微小な変化による欠陥、あるいは、点状あるいは線状の微細な欠陥の検出が困難である。又、照明光の強度むらや撮影角度により画像信号強度に傾きが生じて、正確な欠陥検出が困難である等の問題点がある。

【0006】本発明は、前記従来の問題点を解消すべくなされたもので、色むら状の欠陥、表面粗度の微小な変化による欠陥、及び、点状あるいは線状の微細な欠陥のいずれについても精度良く欠陥を検出することができ、且つ、画像信号強度の傾きが生じた場合にも正確に欠陥を検出することができる、表面欠陥検査方法及び装置を提供することを課題とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、被検査物の表面を撮像して得られた画像信号から被検査物の表面欠陥を検出する表面欠陥検査方法において、画像信号を平滑化し、平滑化画像信号に一樣にオフセット値を加えて閾値を求め、求められた閾値により、元の画像信号を2値化し、2値化画像信号から前記表面欠陥を検出することにより、前記課題を解決するものである。

【0008】又、本発明は、被検査物の表面欠陥を検出するための表面欠陥検査装置において、被検査物に光を照射するための光源と、前記被検査物表面を撮像して画像信号を送送するための撮像手段と、伝送画像信号をアナログ／デジタル変換するためのアナログ／デジタル変換器と、アナログ／デジタル変換画像信号を保存するための画像メモリと、画像信号を平滑化するための手段と、平滑化された画像信号に一樣にオフセット値を加えて閾値を求めるための手段と、元の画像信号と前記閾値との差を求めて、当該差の正の値を2値化するための手段と、2値化信号の面積から表面欠陥の有無を判定するための表面欠陥判定手段と、判定結果を、プリントアウト、又は、画像表示により出力するための出力手段とを備えたことにより、同じく前記課題を解決するものであ

る。

【0009】又、本発明において、光源を、棒状とし、且つ、連続光を照射するものとすることができる。

【0010】又、本発明において、光源を、棒状とし、且つ、高速に繰り返して光を照射するものとすることができる。

【0011】

【作用】発明者は、被検査物の表面欠陥検査において、レーザ回折法あるいはレーザ散乱法を用いた被検査物の表面欠陥検査技術においては、色むら状の欠陥の検出が不可能であることに鑑み、テレビカメラ等の撮像手段により表面欠陥を検査する技術を採用することとした。

【0012】従来のこのような撮像手段を用いて画像信号を2値化する欠陥検査技術においては、被検査物、例えば鋼板の表面粗度による回折光あるいは散乱光により画像信号にランダムな信号（ノイズとなる）が発生するため、表面粗度の微小な変化による欠陥、及び、点状あるいは線状の微細な欠陥の検出が困難である。又、照明光の強度むらや撮影角度による画像信号強度の傾きが生じた場合正確な欠陥検出が困難であった。

【0013】そこで、前記の回折光あるいは散乱光による画像信号中のノイズ部分を除去すると共に、照明光の強度むらあるいは撮影角度による画像信号強度の傾きを補正するべく、種々の考察を行って本発明は創案したものである。

【0014】即ち、本発明においては、被検査物の表面を撮像して得られた画像信号を平滑化し、平滑化画像信号に一樣にオフセット値を加えて閾値を求め、求められた閾値によって元の画像信号を2値化する。

【0015】平滑化処理により、表面粗度が原因してランダムに発生する信号の影響が減少される。又、前記のように一樣なオフセット値を加えて閾値を求めて2値化するため、照明光の強度むら等による画像信号強度の傾きが補正されて、欠陥部分のみが2値化されることになる。

【0016】この2値化された画像信号から被検査物表面欠陥を検出する。例えば、2値化画像信号の面積から表面欠陥の有無を判定することができる。

【0017】従って、色むら状の欠陥、表面粗度の微小な変化による欠陥、点状あるいは線状の微細な欠陥のいずれについても精度良く欠陥を検出することができ、且つ、画像信号強度の傾きが生じた場合にも正確に欠陥を検出することができる。

【0018】なお、判別結果をプリンタにより紙面上に印刷したり、表示手段（モニタ）上の画面に表示したりして、検査者が知覚し得るように出力することができる。

【0019】又、被検査物に光を照射させる光源を棒状とし、且つ、連続光を照射するものとすれば、任意のタイミングで画像信号から表面欠陥を検出することができ

る。

【0020】又、光源を棒状とし、且つ、高速に繰り返して光を照射するものとすれば、比較的強い光を被検査物に照射して、明暗のはっきりした画像信号を得ることができ、表面欠陥検出の精度を上げることができる。

【0021】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。

【0022】この実施例は、図1に示されるような構成の、表面欠陥検査装置である。

【0023】図1に示されるように、この表面欠陥検査装置は、主に、光源10、テレビカメラ12、アナログ／デジタル（A/D）変換器14、画像入力部16、画像処理部18、メモリ20、欠陥判定部22、及び、出力部24を備える。

【0024】前記光源10は、被検査物である鋼板26に帯状の光28を照射するための棒状光源である。この光源10には、連続光を照射するもの、あるいは高速に繰り返して光を照射する光源を用いることができる。なお、図1の鋼板26上の符号30は、表面疵（欠陥）である。

【0025】前記テレビカメラ12は、照射光28の照射された鋼板26表面を撮像するものである。このテレビカメラ12には、例えばCCD（電荷結合素子）を撮像素子として用いた工業用テレビカメラを用いることができる。

【0026】前記A/D変換器14は、前記テレビカメラ12で出力されたアナログの画像信号をデジタルの画像信号にA/D変換するものである。

【0027】前記画像入力部16は、A/D変換された画像信号を画像処理部18やメモリ20に伝送するものである。

【0028】画像処理部18は、画像信号を平滑化し、平滑化画像信号に一樣にオフセット値を加えて閾値を求め、元画像信号と前記閾値との差を求めて、当該差の正の値を2値化処理することにより、元の画像に対して2値化処理を施すものである。

【0029】前記メモリ20は、前記画像入力部16から入力された元の画像信号を記憶すると共に、画像処理部18で画像処理された画像信号を記憶するためのものである。

【0030】前記欠陥判定部22は、前記画像処理された画像信号から、鋼板26表面上の欠陥の有無を判定するためのものである。この判定部22で行う欠陥判定の詳細は後述する。

【0031】前記出力部24は、欠陥判定の結果をプリンタにより紙面上に印刷したり、モニタの画面上に表示したりするものである。

【0032】ここで、前記画像処理部18において行う平滑化処理の手法の例を説明する。即ち、図2に示すよ

うに、画像信号上の 2^n 画素 $\times 2^n$ 画素($n=0\sim 9$)の領域(テンプレートとも称される)の各画素の値(濃度値等)を平滑化し、その平滑化により得られた値を当該領域の最も左上の点(画素)に入れる。この領域は、図2中矢印Aで示す走査方向に順次移動し、1つの走査ラインが終了したら、次の走査ラインに移動して、ライン毎矢印Bで示す下方へ移る。

$$U = \text{fix} \{ (a + b + c + d + \dots + o + p) / (2^2 \times 2^2) \}$$

..... (1)

【0035】但し、fixは固定小数点(整数)にする意味である。又、値Uは8ビットデータの場合、0~255の範囲の整数値となる。

【0036】通常、前記nの値は $n=4\sim 5$ である。

【0037】又、前記オフセット値の決め方は、次のように行う。

【0038】オフセット値は元の画像信号のノイズ成分より大きく、且つ、欠陥部の信号強度よりも小さい値となるようにする。このオフセット値(画像信号が8ビットデータの場合、0~255の範囲内の値)は、ソフト的(自動的に)設定されるのではなく、固定値のオフセット値を加えることができる。オフセット値の設定は照明条件によって任意に変えることができる。オフセット値は、30~40程度を設定できる。

【0039】前記画像処理部18には、平滑化処理回路と、オフセット値を与える機能の回路とが設けられておらず、マイクロコードにより専用プロセッサを駆動することにより平滑化処理とオフセット値の付与を行って

$$\alpha = (A \times 100) / (512 \times 432) \quad \dots\dots\dots (2)$$

【0044】この場合、例えば面積率 α が5%以上であれば、表面疵による欠陥と判定する。

【0045】次に、実施例の作用を説明する。

【0046】実施例の表面欠陥検査装置は、図4に示す手順により鋼板26表面上の欠陥(表面疵)を検出する。

【0047】まず、光源10から光が照射された状態の鋼板26をテレビカメラ12で撮像して画像信号を得る(ステップ101)。

【0048】前記テレビカメラ12から出力された画像信号はアナログ信号のため、A/D変換器14でデジタル信号に変換する(ステップ102)。

【0049】次いで、デジタル変換された画像信号(元の画像信号)をメモリ20に記憶する。このように、記憶された元画像信号の例を図5に示す。記憶された画像信号上に表面欠陥による暗部32があるとするとする。この場合において、図5中の走査線EFに沿って得た画像信号の輝度データは、図6に示すようになる。

【0050】次いで、画像処理部18において、元画像信号を前記図2や(1)式により平滑化処理する(ス

【0033】図2においては、 $n=2$ の4画素 $\times 4$ 画素の領域(画素a~p)を示しており、この領域で、次式(1)で示されるように平滑化された値Uを画素aに入れる。

【0034】

【数1】

る。

【0040】前記欠陥判定部22における欠陥の有無の判定は、次のように行う。

【0041】即ち、前記画像処理部18から出力される2値化後の画像信号(画面)が図3に示すようになっていとする。図3には、横512画素、縦432画素の画面を有する画像信号を示す。又、図3中符号30Aは鋼板26表面上の暗部(背景が明である場合。背景が暗であれば明部)とする。

【0042】欠陥判定部22においては、この暗部30Aの画素数Aから、画像信号の画面に対する暗部30Aの面積率を求め、この面積率が所定値以上であれば、その暗部30Aは表面疵による欠陥と判定する。即ち、前記画面の画素数が 512×432 であり、前記暗部30Aの画素数がAであるから、面積率 α (%)は次式

(2)で算出される。

【0043】

【数2】

..... (2)

ップ104)。前記図5及び図6に示した画像信号を平滑化処理した場合、走査線EF上の輝度信号は、図7に示すようになり、図6に比較してなまった状態で滑らかなものとなる。

【0051】次いで、平滑化画像信号に一樣にオフセット値を加えて閾値を求める(ステップ105)。前記図7の平滑化画像信号にオフセット値を加えて求めた閾値は、例えば図8に示すようになる。

【0052】次いで、元画像信号と前記閾値との差を求める(ステップ106)。

【0053】次いで、前記求められた差の正の値を2値化する(ステップ107)。前記図6の元画像信号と前記図8の閾値との差の正の値を2値化処理した結果は、図9に示すようになる。又、画面上に示せば、図10に示すようになる。

【0054】次いで、前記2値化信号により抽出された暗部32Aの面積率 α を前出(2)式で計算する(ステップ108)。

【0055】次いで、面積率 α が所定値(例えば5%)以上か否かで、当該撮像された鋼板26に欠陥が生じて

いるか否かを判定する（ステップ109）。

【0056】面積率 α が前記所定値以上であるならば、当該鋼板26には欠陥が生じており（NG）、一方、面積率 α が所定値未満であるならば、当該鋼板には欠陥が生じていない（OK）と判定する。

【0057】出力部24は判定結果をプリンタによりプリントアウトしたり、モニタ画面上に表示したりする。これにより、検査者は、鋼板26に欠陥が生じているか否かを知る。

【0058】なお、前記実施例においては、被検査物として鋼板を例示したが、本発明で欠陥の検査が可能な被検査物は鋼板に限定されるものではなく、他の種々の材質の被検査物の欠陥検出に本発明を用いることができる。

【0059】

【発明の効果】以上説明した通り、本発明によれば、色むら状の欠陥、表面粗度の微小な変化による欠陥、点状あるいは線状の微細な欠陥のいずれについても、精度良く欠陥を検出することができ、及び、画像信号強度に傾きが生じた場合にも正確に欠陥を検出することができるという優れた効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の実施例に係る表面欠陥検査装置の全体構成を示す、一部斜視図を含むブロック図である。

【図2】図2は、前記実施例装置における画像処理装置の平滑化処理を説明するための平面図である。

【図3】図3は、前記画像処理装置の欠陥判定処理を説明するための平面図である。

【図4】図4は、前記実施例装置の作用を説明するための欠陥検査手順を示す流れ図である。

【図5】図5は、同じく、元画像信号の例を示す平面図である。

【図6】図6は、同じく、元画像信号中の走査線における輝度信号分布の例を示す線図である。

【図7】図7は、同じく、前記画像信号が平滑化された後の輝度信号分布を示す線図である。

【図8】図8は、同じく、前記平滑化画像信号にオフセット値を加えて求められた閾値の例を示す線図である。

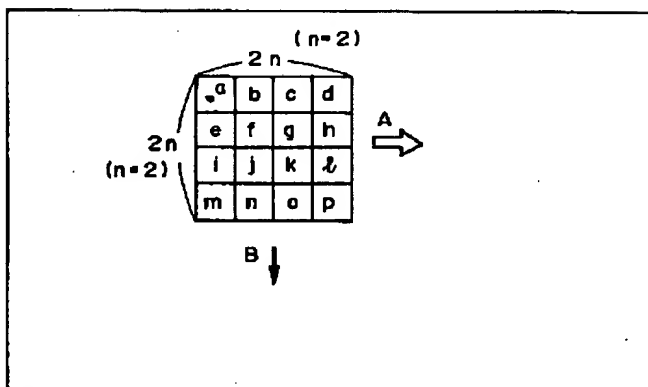
【図9】図9は、同じく、前記求められた閾値により元画像信号との差をとり、その正の値を2値化処理した2値化データの例を示す線図である。

【図10】図10は、同じく、2値化処理された画像信号画面の例を示す平面図である。

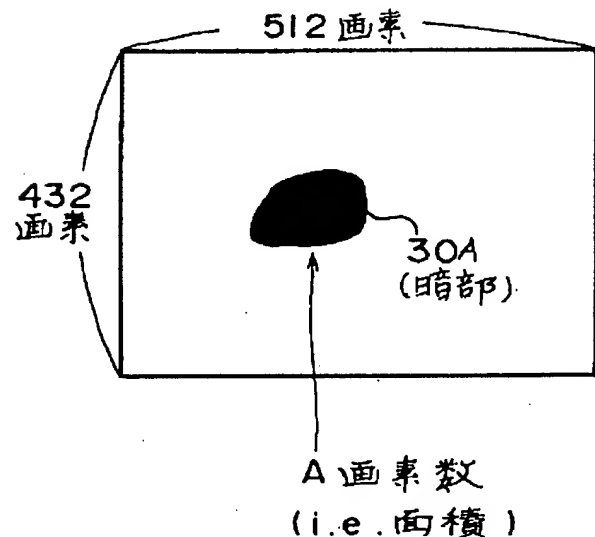
【符号の説明】

- 10…光源、
- 12…テレビカメラ、
- 14…アナログ／デジタル（A/D）変換器、
- 16…画像入力部、
- 18…画像処理部、
- 20…メモリ、
- 22…欠陥判定部、
- 24…出力部、
- 26…鋼板（被検査物）、
- 28…照射光、
- 30…表面疵（欠陥）、
- 30A、32、32A…暗部。

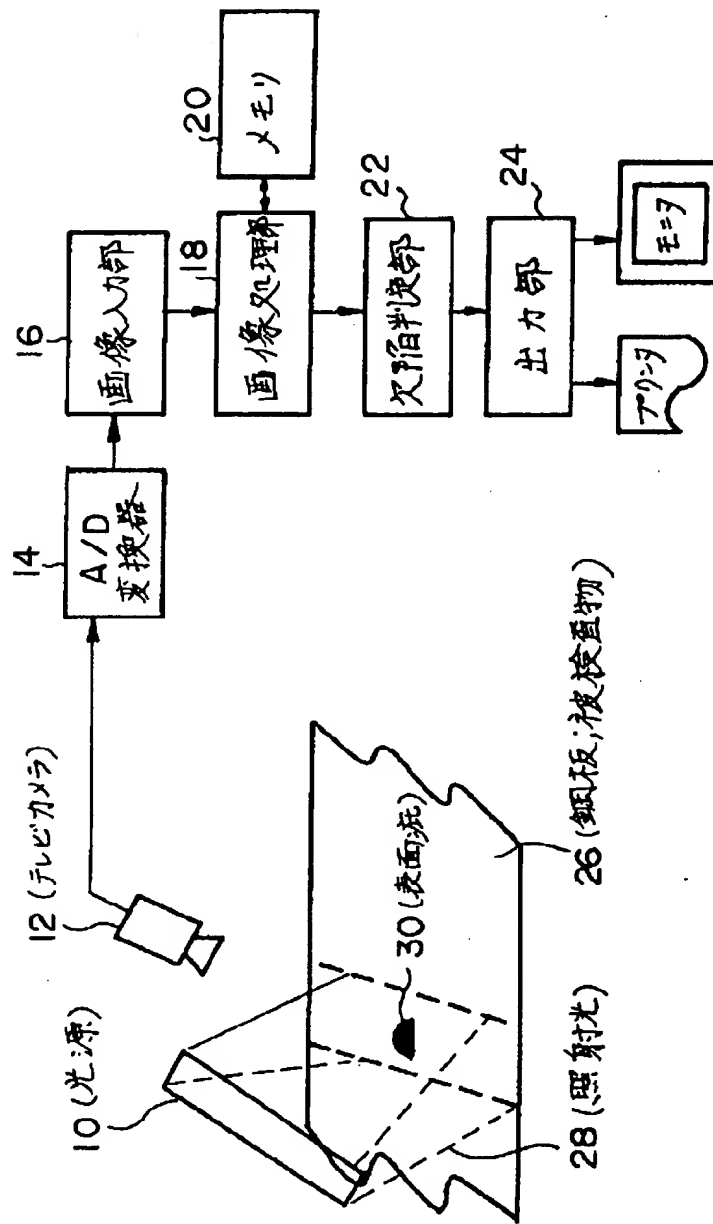
【図2】



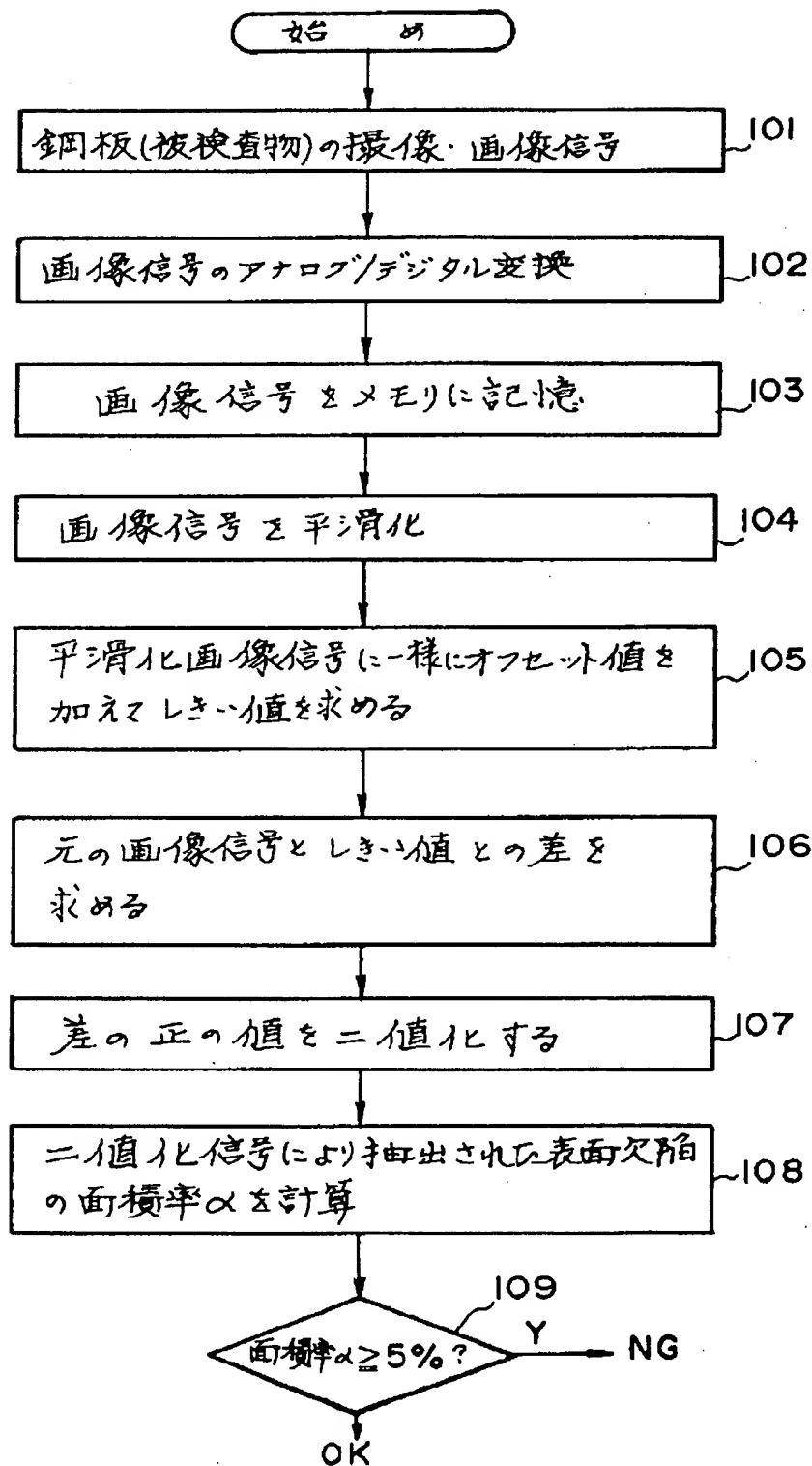
【図3】



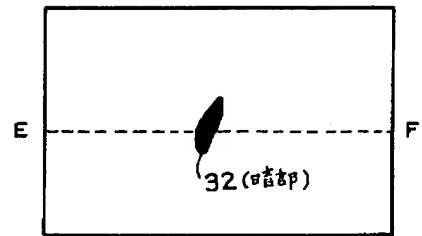
【図1】



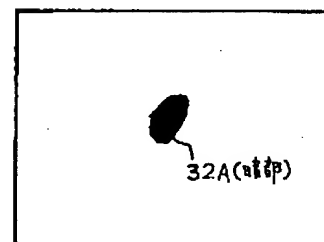
【図4】



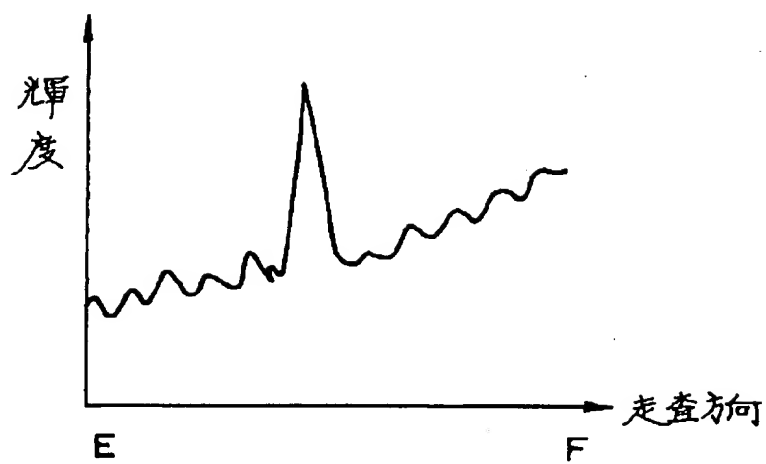
【図5】



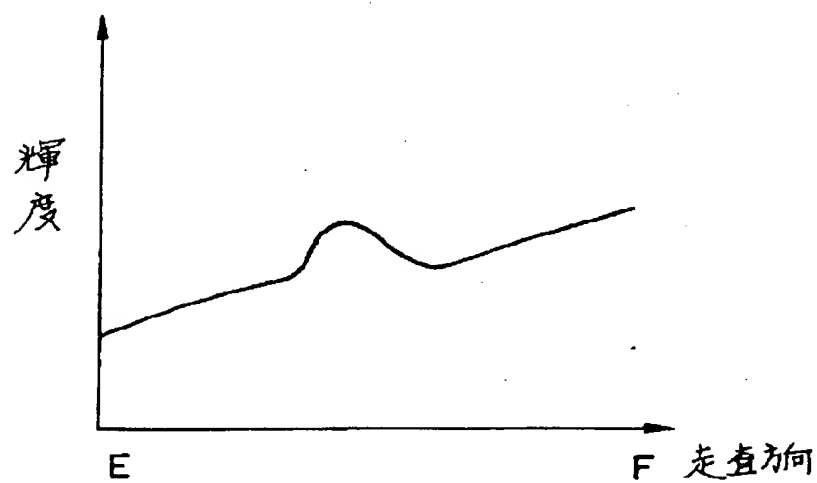
【図10】



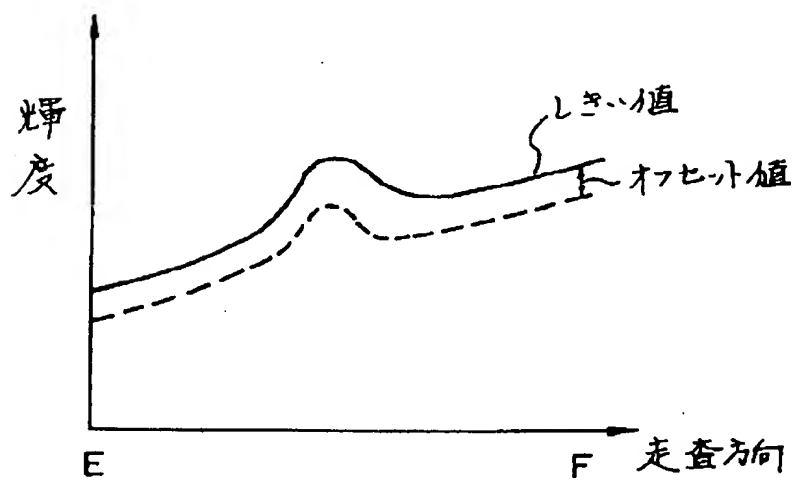
【図6】



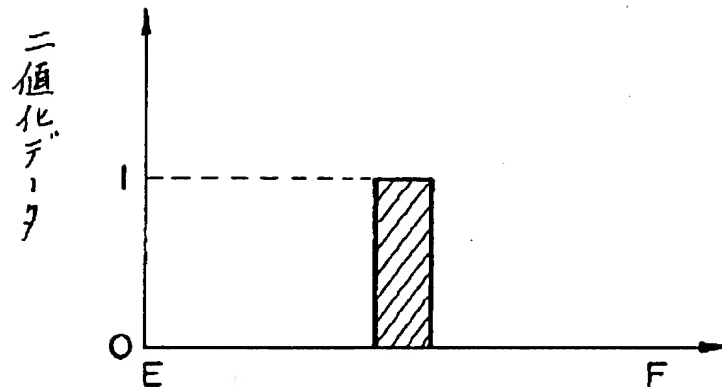
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 5

G 0 6 F 15/68

識別記号

3 2 0 Z 8420-5L

庁内整理番号

F I

技術表示箇所